

**Nowoczesne Systemy Zarządzania**  
Zeszyt 14 (2019), nr 3 (lipiec-wrzesień)  
ISSN 1896-9380, s. 27-44

**Modern Management Systems**  
Volume 14 (2019), No. 3 (July-September)  
ISSN 1896-9380, pp. 27-44



Instytut Organizacji i Zarządzania  
Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania  
Wojskowa Akademia Techniczna  
w Warszawie

Institute of Organization and Management  
Faculty of Security, Logistics and Management  
Military University of Technology

## Wartościowanie techniki w systemach zarządzania

### Valuing techniques in management systems

**Piotr Sienkiewicz**

Wojskowa Akademia Techniczna  
Wydział Bezpieczeństwa, Logistyki i Zarządzania

**Halina Świeboda**

Akademia Sztuki Wojennej  
Wydział Bezpieczeństwa Narodowego

**Abstrakt.** Rozwój techniki oraz kumulacja innowacji technologicznych określa środowisko współczesnego społeczeństwa, determinizm technologiczny zaś jest jedną z cech współczesnej cywilizacji. Celem artykułu jest przedstawienie metodyki wartościowania techniki (technologii) wykorzystującej procedury analityczne i oceny w analizie systemowej w procesie zarządzania technologiami. Stosowanie procedur wartościowania techniki pozwala na ewaluację możliwych i prawdopodobnych skutków decyzji o wyborze technologii spełniającej warunki wielokryterialnej oceny społecznej. Przedstawiono możliwości zastosowania metodologii „foresight” w społeczno-politycznym wartościowaniu techniki. Ponadto omówiono dotychczasowe światowe doświadczenia w procesie klasyfikowania techniki na potrzeby systemów zarządzania.

**Słowa kluczowe:** rozwój techniki (technologii), analiza systemowa, wartościowanie, metodyka wartościowania, *foresight*.

**Abstract.** The development of technology and the accumulation of technological innovations determine the environment of modern society, while technological determinism is one of the features of modern civilization. The purpose of the article is to present a methodology for evaluating a technique (technology) that uses analytical and evaluation procedures of system analysis in the technology management process. The use of technique evaluation procedures allows the evaluation of possible and probable effects of decisions on the choice of technology that meets the criteria of multi-criteria social assessment. The possibilities of applying the “foresight” methodology in socio-political evaluation of technology were presented. In addition, current global experience in the process of technology evaluation for the needs of management systems was discussed.

**Keywords:** development of technique (technology), system analysis, evaluation, evaluation methodology, foresight.

*Większość technologii ma świetlisty awers, ale życie dało im rewers – czarną rzeczywistość.*

Stanisław Lem

## Wstęp

Jedną z podstawowych cech rozwoju cywilizacyjnego są zmiany w zakresie narzędzi, technik i technologii tworzonych i systematycznie doskonalonych przez człowieka. W różnych okresach historycznych ulepszano narzędzia wzmacniające siłę ludzkich mięśni i usprawniające wytwarzanie środków przetwarzania materii, energii, informacji. Wśród środków technicznych na szczególną uwagę zasługują te, które pozwalały na skuteczną eksplorację przestrzeni lądowej i wodnej, powietrznej i kosmicznej, wreszcie cybernetycznej. Nieco ponad pół wieku temu wynaleziono i w niespotykanym wcześniej tempie rozwijano szczególne narzędzia będące swoistymi „wzmacniaczami intelektu” – komputery, doprowadzając do współczesnej „eksplozji” technologii cyfrowych i ich kumulacji oraz przyczyniając się do wyłonienia globalnej przestrzeni cybernetycznej (Sienkiewicz, 2013). Należy ponadto dostrzec oczywiste zależności między techniką a wojną (sztuką wojenną), które są dwustronne i intensywne. Z jednej strony potrzeby wojenne (obronne) były zawsze niezwykle skutecznym stymulatorem rozwoju techniki i wielu dziedzin nauki. Z drugiej strony nierzadkim zjawiskiem było wyprzedzanie przez rewolucyjną technikę zmian w dziedzinie prowadzenia działań wojennych oraz sposobów użycia techniki na polu walki (Kamiński, 2009; Freedman, 2019). Termin „technologia” w języku polskim to opis sposobu postępowania w procesie produkcyjnym. Z kolei pojęcie „technika” ma szersze znaczenie, oznacza bowiem urządzenia techniczne oraz sztukę kreowania i konstruowania narzędzi. W niniejszym artykule słowo „technologia” wyraża oba te ujęcia jednocześnie.

Codziennie doświadczamy wpływów techniki i technologii. Pojawiające się coraz to nowsze osiągnięcia myśli ludzkiej wywołują społeczne dyskusje nad etyką oraz granicami istoty człowieczeństwa – dotyczy to w szczególności technologii kontrowersyjnych, np. systemów autonomicznych. Wynalazki i praca nad nowymi technologiami wskazują, że jako społeczeństwa jesteśmy na drodze do spełnienia „osobliwości” (Kurzweil, 2013). Pojęcie „osobliwość” odnosi się do momentu połączenia naszego biologicznego myślenia z naszą technologią – oznacza brak rozróżnienia między człowiekiem a maszyną (Świeboda, 2019, s. 88).

Analiza systemowa dynamicznego rozwoju technologicznego przełomu wieków przyniosła potrzebę ewaluacji jego skutków, aby uzyskać wiedzę użyteczną w procesie racjonalizacji wyborów strategii rozwoju ekonomiczno-społecznego, decyzję na wszystkich poziomach struktur społecznych. Racjonalizm w badaniach systemowych zakłada potrzebę formułowania zarówno ocen *ex post*, jak i ocen *ex ante*

w celu diagnozy społecznej oraz antycypacji przyszłych stanów i projektowania strategicznych decyzji rozwojowych. Jeśli nie można przewidzieć zmian w procesie rozwoju systemów społecznych i technicznych, to należy tak kształtować ich przyszłość, aby minimalizować ryzyko – prawdopodobieństwo osiągnięcia stanów niepożądanych (Sienkiewicz, Świeboda, 2016).

Współczesny człowiek żyje w środowisku w znacznym stopniu zdeterminowanym przez rozwój naukowo-techniczny, w szczególności przez tempo zmian zachodzących w tym środowisku. W istocie staje się coraz bardziej uzależniony, zarówno w pozytywnym, jak i negatywnym sensie, od stworzonych artefaktów, korzystania z techniki oraz technologii. Oznacza to, że, uzależniając się w coraz większym stopniu od techniki, koncentruje się uwagę przede wszystkim na jej „jasnych stronach”. Chodzi bowiem o użyteczność technologii stosowanych w realizacji procesów kreujących „wartość dodaną” oraz „trwały i zrównoważony rozwój”, a także pożądaną poziom bezpieczeństwa narodowego i międzynarodowego. Z kolei „ciemna strona” techniki jest dostrzegana przede wszystkim w sytuacjach deprywacji, zagrożeń, kryzysów i konfliktów oraz różnego rodzaju awarii i katastrof. Mamy zatem różne odmiany ryzyka, będące elementem współczesnej analizy systemowej oraz przedmiotem np. wnikliwych analiz Ulricha Becka (2002; 2012). Zauważono bowiem, że „rozwój techniki dokonuje się żywiołowo. Człowiek znajduje się w sytuacjach bajkowego ucznia czarnoksiężnika, który poznał zaklęcia pozwalające wywołać tajemnicze siły, ale potem nie potrafił nad nimi zapanować. Podobnie jest z techniką, która, będąc wytworem człowieka, wymyka mu się spod kontroli” (Herman, 2001, s. 80-81).

Obecna rewolucja informacyjna wymaga innowacyjnego, prospektywnego i ewaluacyjnego myślenia, co przynosi potrzebę analiz systemowych oraz konieczność oceny szans i zagrożeń, użyteczności i kosztów, efektów i ryzyka. Sposobem zaspokajania tej potrzeby było klasyczne „wartościowanie technologii” – TA (*Technology Assessment*). Geneza TA sięga debat toczonych w Kongresie Stanów Zjednoczonych około roku 1966 i powołania w 1972 r. kongresowego Biura Oceny Technologii (OTA, Office of Technology Assessment). Biuro zakończyło działalność w roku 1995, ale idea *Technology Assessment* przetrwała i zaczęła się rozwijać w Europie. Obecnie istnieje wiele inicjatyw narodowych i międzynarodowych tego typu, jak np. EPTA (European Parliamentary Technology Assessment), PACITA (Parliaments and Civil Society in Technology Assessment), ELSA (Ethical, Legal and Social Aspects of Science and Technology). Do najbardziej aktywnych europejskich ośrodków analiz systemowych w obszarze TA należą instytucje ewaluacyjne w Niemczech i Finlandii. Trzeba odnotować, że 10 listopada 2013 r. w Sejmie RP odbyło się założycielskie posiedzenie Polskiego Towarzystwa Oceny Technologii. Nie wpłynęło to jednak na dynamiczne powstanie agory na potrzeby społecznej dyskusji na temat wartościowania techniki i technologii (Sienkiewicz, Świeboda, 2016, s. 10).

Dlatego też radzenie sobie z destrukcyjnymi zmianami, a zwłaszcza z wielkimi wyzwaniem, rodzi wiele problemów koncepcyjnych, metodologicznych i operacyjnych. Cztery problemy z obszaru badawczego są niezwykle istotne. Dwa z nich są ogólne, a kolejne dwa są specyficzne dla tzw. wielkich wyzwań (Hasselbalch, 2017). Zagadnienia wywołujące problemy badawcze to:

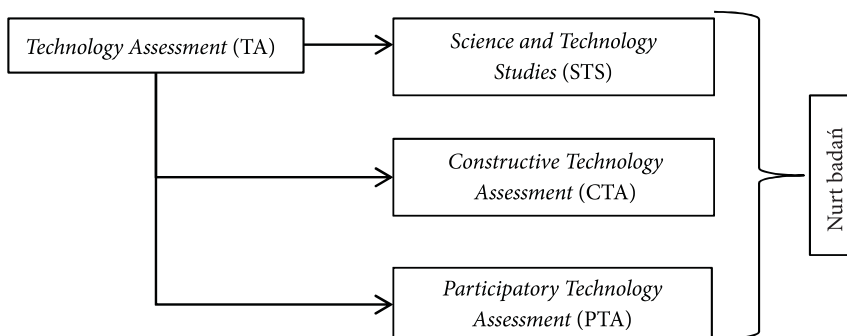
- rozróżnianie znanych niewiadomych, nieznanymi i nieznanymi-nieznanymi (o których nie wiemy, że nie wiemy – zmienne w prognostyce);
- łączenie podejścia ilościowego i jakościowego w odpowiedni i wykonalny sposób;
- rozumienie kompleksowego oraz systemowego charakteru wielkich wyzwań;
- koordynowanie wspólnych reakcji na wielkie wyzwania.

## 1. Istota wartościowania techniki

Warto przypomnieć, że pojęcie „wartościowanie technologii” pojawiło się w roku 1960 w Stanach Zjednoczonych jako określenie badań, których celem była pierwotnie koncentracja uwagi na takich kwestiach, jak skutki rozwoju transportu lotniczego i rosnącego zanieczyszczenia środowiska naturalnego oraz problemy etyki badań genetycznych itp. Po raz pierwszy termin ten został użyty przez Podkomisję Nauki, Badań i Rozwoju Nauki i Astronautyki komisji Kongresu USA pod przewodnictwem Emilia Daddaria w 1967 r. Podkomisja owa, po serii przesłuchań i przeglądów raportów, pozytywnie oceniła badania dotyczące kwestii związanych z technologią i zaproponowała ewaluację technologii jako użyteczne podejście do problemów związanych z rozwojem techniki i jej praktycznymi, społecznie akceptowanymi zastosowaniami. Głównym osiągnięciem we wczesnym okresie prac podkomisji kongresowej było ustanowienie Biura Oceny Technologii (OTA) w amerykańskim Kongresie.

W roku 2015 powstało Polskie Towarzystwo Oceny Technologii (PTOT), pierwotnie pod egidą Senatu RP, przyjmując w nazwie proponowane od lat tłumaczenie terminu *Technology Assessment*. Popularyzacji i wdrożeniom TA już w latach 70. ubiegłego wieku poświęcił prace naukowe Lech W. Zacher, np. *Idea i przesłanki wartościowania techniki* (Zacher, 1975), *Sterowanie procesami rewolucji naukowo-technicznej: przesłanki i ogólne założenia* (Zacher, 1978), *Społeczeństwo a ryzyko: multidyscyplinarne studia o człowieku i społeczeństwie w sytuacji niepewności i zagrożenia* (Zacher, Kiepas, 1994), *Nauka – Technika – Społeczeństwo. Podejścia i koncepcje metodologiczne, wyzwania innowacyjne i ewaluacyjne* (Zacher, 2012).

Zatem *Technology Assessment* to systematyczne badania naukowe i technologiczne, interdyscyplinarna dziedzina, która bada tworzenie, rozwój i konsekwencje nauki i technologii w ich kontekstach kulturowych, historycznych i społecznych. W nauce i praktyce funkcjonują dwa nurty badań: klasyczna ocena technologii i partycypacyjna ocena technologii (zob. rys. 1).



Rys. 1. Ewolucja *Technology Assessment*  
 Źródło: Sienkiewicz, Świeboda, 2016, s. 25

We wczesnych latach 60. ubiegłego stulecia TA zdefiniowano jako formę badań polityki z zastosowaniem technologii, która zapewnia ewaluację krótko- i długoterminowych konsekwencji społecznych, ekonomicznych, etycznych i prawnych. Obecnie obserwuje się tendencję odchodzenia od rozwiązań organizacyjnych ze względu na fakt, że „wartościowanie” kojarzy się w coraz większym stopniu z dyskursem etycznym niż z procedurą systematycznej i kompleksowej analizy. Problemy te poruszono między innymi w pracach: *Technology Assessment: Opportunities and Obstacles* Sherry R. Arnstein, *The Organization of Health Care Technology Assessment in the Netherlands* H. Davida Banta, Wija J. Oortwijna i Willema Taeke van Beekuma czy *Technology Assessment* Johna F. Coatesa (Sienkiewicz, Świeboda, 2016). Celem pragmatycznym oceny technologii jest bowiem dostarczenie decydom informacji na temat podobnych rozwiązań politycznych związanych ze strategią rozwoju innowacji technicznych, ze szczególnym uwzględnieniem wymagań i preferencji społecznych. Podejmowane są zagadnienia, takie jak dyfuzja (absorpcja) technologii i transfer technologii, czynniki prowadzące do szybkiego przyjęcia *new technology* oraz ocena roli technologii we współczesnym społeczeństwie informacyjnym itp.

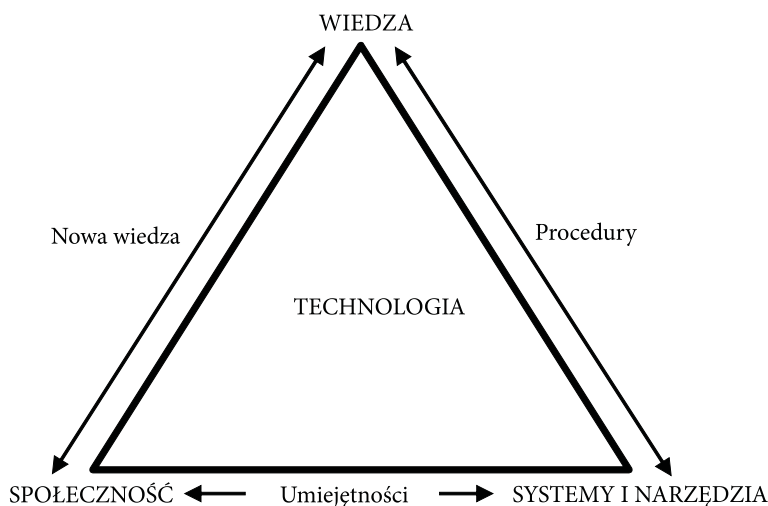
## 2. Podstawy metodologiczne

Rewolucja naukowo-techniczna – zjawisko opisane po raz pierwszy w 1939 r. przez Johna Bernala, który jest twórcą tego pojęcia – ewoluowała do etapu obecnej rewolucji cyfrowej (informacyjnej), uwidaczniając dwie skrajne tendencje. Pierwsza to technologia wyrażająca pesymistyczne podejście do cywilizacji technicznej jako trudnej do powstrzymania siły alienującej człowieka od tego, co najbardziej wartościowe. Druga to przejaw determinizmu technologicznego zakładający, że zmiana technologiczna jednoznacznie determinuje zmianę społeczną, kulturową,

historię oraz ludzkie zachowania (Bińczyk, 2012). Wyróżnia się ponadto trzy sposoby rozumienia determinizmu technologicznego:

- **kulturowe ujęcie techniki i technologii** (rozwój może mieć niepożądaną postać, gdy ukierunkowany jest przede wszystkim na skuteczność, efektywność, użyteczność);
- **podkreślenie niezamierzonych społecznych konsekwencji innowacji** (rozwój niekontrolowany);
- **autonomicznie postępująca ewolucja techniki** (rozwój techniki jest siłą podobną do praw przyrody).

Racjonalizacja rozwoju techniki skłania do przyjęcia tezy o rozwoju względnie autonomicznym (zob. rys. 2).



Rys. 2. Istotne cechy technologii

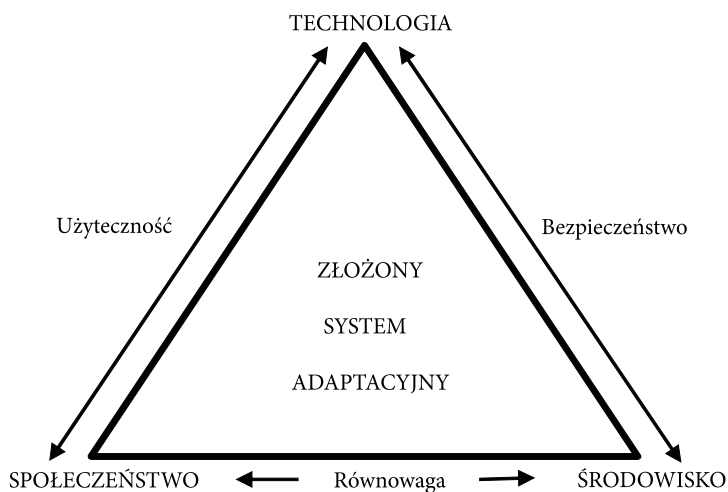
Źródło: opracowanie własne na podstawie (Pretorius, 2000)

Zakłada się, że obecnie determinizm technologiczny ukierunkowany jest na wyłonienie złożonego systemu adaptacyjnego (zob. rys. 3). A to z kolei wymaga podjęcia systemowych analiz ewaluacyjnych, właśnie takich jak TA (*Technology Assessment*), mogących stanowić metodologiczną podstawę racjonalnych decyzji o charakterze strategicznym.

W klasycznym ujęciu (Zacher, 2012b) główny cel TA formułowany jest następująco:

- projektowanie i systematyczne rozpoznawanie, określanie i analizowanie możliwych i prawdopodobnych konsekwencji, będących rezultatem wprowadzenia, zwiększenia skali zastosowań i/lub modyfikacji techniki;
- opracowanie, ocena i analiza porównawcza różnych polityk dotyczących skutków danej technologii;

- wielowariantowa analiza strategii rozwoju techniki i technologii;
- zastosowanie różnych metod wspomagających TA w procesie ewaluacji techniki, zarówno ilościowe, jak i jakościowe (zob. tabela 1).



Rys. 3. Technologiczne determinanty systemu rozwoju

Źródło: opracowanie własne

Tabela 1. Metody i techniki analityczne wspomagające wartościowanie technologii (TA)

Kryteria	Metody
Metody oparte na wydobyciu eksperckiej wiedzy w celu rozwoju długoterminowej strategii	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metoda Delphi; burza mózgów, syntaktyka, morfologia, klasyfikacja;</li> <li>• Panel ekspertów;</li> <li>• Analiza SWOT, PEST;</li> <li>• Konsultacje społeczne;</li> <li>• Scenariusze.</li> </ul>
Metody ilościowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ekstrapolacja (szeregi czasowe, analizy historyczne, analiza korelacji);</li> <li>• Analiza błędów, analiza ryzyka, analiza wypadków, drzewo decyzji;</li> <li>• Modelowanie;</li> <li>• Krzyżowa analiza wpływów;</li> <li>• Symulacja;</li> <li>• Analiza koszt–efekt;</li> <li>• Analiza systemowa;</li> <li>• Wielokryterialna analiza porównawcza.</li> </ul>
Metody określające punkty kluczowe działania	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie kluczowe;</li> <li>• Drzewo odniesień.</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne

Uwzględniając obecne potrzeby społeczne oraz istniejące doświadczenia z zastosowań analizy systemowej, na szczególną uwagę zasługują metody wielokryterialnej (wielocelowej, wieloatrybutowej) analizy wspomagającej podejmowanie decyzji rozwojowych. Celem ich jest wyłonienie techniki najlepszej spośród dopuszczanych wariantów lub określenie technologii zadowalających, tj. pożądaných ze względu na potrzeby i wymagania, wyrażone w postaci kryteriów społecznych, ekonomicznych, ekologicznych itp. Oczywiście wydaje się przyjęcie perspektywy globalnej i holistyczno-systemowej, ale trudności pojawiają się podczas tworzenia nowoczesnego instrumentarium pozwalającego uzyskać dane techniczne i społeczno-ekonomiczne, pożądane w procesie zarządzania rozwojem organizacji.

Gdy uporządkowany materiał empiryczny jest wystarczający, a instrumentarium efektywne, podejmowane mogą być przedsięwzięcia, takie jak:

- diagnozowanie technologii (np. aktualny stopień wpływu technologii na rozwój społeczny);
- porównanie przewidywanych skutków rozwoju technologii w wyróżnionych dziedzinach społeczeństwa;
- identyfikowanie atrybutów technologii, które przyczyniają się do uzyskiwania np. wyższej jakości życia;
- prognozowanie skutków rozwoju społeczno-ekonomicznego ze względu na wpływ dopuszczalnych technologii.

W opracowanej metodyce TA przyjęto dziewięć podstawowych źródeł (*inputs*) i beneficjentów (*outputs*) rozwoju naukowo-technicznego w warunkach środowiska społecznego dla systemu zarządzania technologiami (zob. tabela 2).

Tabela 2. Obszary społecznego wpływu technologii

Lp.	Źródła rozwoju	Aspekty rozwoju	Skutki
1	Spółeczeństwo	Socjologiczny	Zmiany jakości życia
2	Gospodarka	Ekonomiczny	Zmiany dobrobytu
3	Polityka	Politologiczny	Zmiany siły państwa
4	Edukacja	Edukacyjny	Zmiany kapitału intelektualnego
5	Nauka	Poznawczy	Zmiany zasobów wiedzy
6	Kultura	Kulturowy	Zmiany tożsamości kulturowej
7	Energetyka	Energetyczny	Zmiany poziomu bezpieczeństwa energetycznego
8	Środowisko naturalne	Ekologiczny	Zmiany wartości ekosfery
9	Infrastruktura informacyjna	Informacyjny	Zmiany wartości zasobów informacyjnych

Źródło: opracowanie własne



Niepowodzenia związane ze „ścisłym” prognozowaniem rozwoju systemów społecznych spowodowały, iż istotniejsze od bezwzględnej dokładności szczegółowych prognoz jest osiągnięcie społecznego konsensusu strategicznych kierunków rozwoju systemu (państwa). Zatem technika scenariuszy i techniki eksperckie (np. metoda delficka i *brainstorming*), wsparte modelami symulacyjnymi, pozostają podstawowym narzędziem analiz prognostycznych na potrzeby TA. Jednakże coraz częściej „prognozowanie” (*forecasting*) zastępowane jest przez *foresight*, co może oznaczać potrzebę studiów nad przyszłością prowadzących do tworzenia takiej społecznej wizji przyszłości, która ma szansę stać się „samospełniającą się prognozą”. Współzależności między rodzajami prognozowania, które wykorzystywane są w budowaniu prognoz o różnych horyzontach czasowych i poziomach, przedstawiono poniżej (zob. rys. 4).

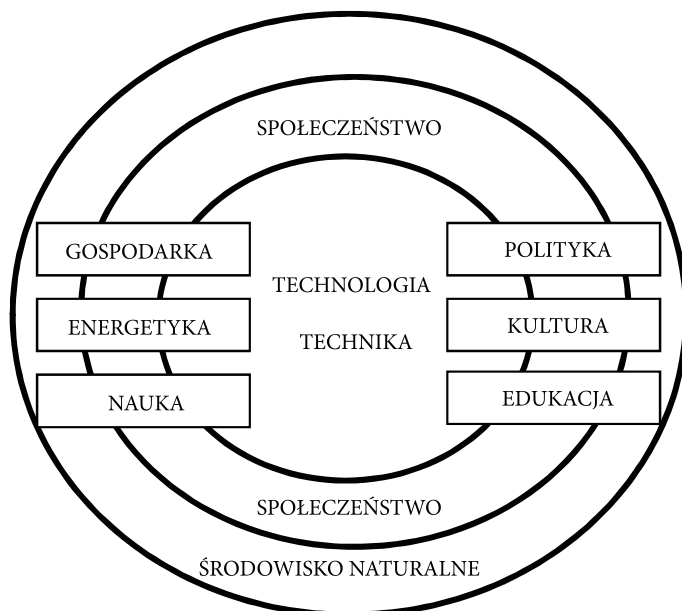


Rys. 4 Współzależności pomiędzy rodzajami prognozowania

Źródło: opracowanie własne na podstawie (UNIDO, 2005)

Z kolei badania ewaluacyjne nauki i techniki (technologii), prowadzone w kontekście skutków określonej polityki naukowo-technicznej państwa, wykorzystują elementy metodyki TA. Posługując się zarówno elementami *forecastingu*, jak i TA, opracowano metodykę wartościowania technologii w ramach analizy systemowej rozwoju społeczno-ekonomicznego, odpowiadającego potrzebom współczesnej metodologii *foresight*. Ogólne założenia metodologiczne przedstawiono w książce P. Sienkiewicza pt. *Analiza systemowa* (Sienkiewicz, 1995). Stanowi ona racjonalną platformę metodologiczną dla kompleksowych analiz ewaluacyjnych skutków rozwoju społecznego (zob. rys. 5). Jest swoistą syntezą doświadczeń, których źródeł

należy szukać zarówno w amerykańskim *think tanku* RAND i IIASA (*International Institute for Applied Systems Analysis* – Międzynarodowy Instytut Analiz Systemów Stosowanych), jak i w Instytucie Badań Systemowych PAN, a ponadto w różnych pracach, np. Antoniego Kuklińskiego, Lecha W. Zachera czy Henryka Chołaja.



Rys. 5. Wpływ technologii na rozwój wyodrębnionych segmentów życia społeczno-gospodarczego  
Źródło: opracowanie własne

Należy podkreślić, że w społecznych analizach systemowych występuje swoisty „system nieliniowych sprzężeń zwrotnych”, który m.in. spowodował szczególny konflikt racjonalności:

- **czasowy** – skutki bliskie w czasie są odmienne od skutków dalszych w czasie;
- **przestrzenno-funkcjonalny** – to, co dobre lokalnie, może być złe globalnie lub odwrotnie.

Zidentyfikowanie i oszacowanie wpływu technologii staje się koniecznością w obliczu dynamiki dokonywanych innowacji. Na polu nauki nieustannie rodzą się dylematy typu: co jeśli badania przyniosą katastrofalne skutki dla społeczeństwa? Przecież badania naukowe i technologiczne są warunkiem *sine qua non* rozwoju społeczno-gospodarczego (cywilizacyjnego).

### 3. Ewaluacja możliwych skutków

Termin *foresight* należy rozumieć jako spoglądanie lub sięganie w przyszłość, przy czym chodzi nie tylko o prognozę, ale także o możliwość wpływu na bieg wydarzeń. *Foresight* ma na celu wskazanie i ocenę przyszłych potrzeb, szans i zagrożeń związanych z rozwojem społecznym i gospodarczym oraz przygotowanie odpowiednich działań wyprzedzających. Obejmuje zespół działań „umożliwiających wielowymiarowe określenie przyszłych kierunków rozwoju społecznego na podstawie analizy bieżącego stanu nauki, technologii i świadomości społecznej oraz ich wzajemnych relacji”. Jest to proces strategiczny mający na celu:

- organizację debaty publicznej dotyczącej przyszłości (perspektywicznych stanów) oraz możliwości osiągnięcia pożądaných stanów dzięki rozwojowi nauki i technologii;
- wpływanie na podejmowanie decyzji rozwojowych;
- tworzenie zasobów informacyjnych niezbędnych do budowania średnio- i długookresowej wizji rozwojowej (kierunków rozwoju, priorytetów inwestycyjnych itp.);
- osiągnięcie społecznej akceptacji rządowych programów rozwoju społecznego.

Wskazywanie priorytetów inwestycyjnych w sferze badań i rozwoju technologicznego, wspomaganie absorpcji innowacji technologicznych przez gospodarkę, a także reorientacja polityki naukowej państwa mają na celu np. reorientację tradycyjnej gospodarki w kierunku gospodarki opartej na wiedzy. Cechą w szczególności sposób wyróżniającą *foresight* spośród innych metod i technik analityczno-prognostycznych jest wprowadzenie społecznego dialogu służącego włączeniu określonych grup społecznych do dyskusji i współpracy z decydentami, a grup inwestycyjnych z przedstawicielami nauki (sektor B+R).

Technika *foresight* może przebiegać na czterech poziomach: ponadnarodowym, narodowym, regionalnym i lokalnym oraz branżowym. Obejmuje dwa podstawowe etapy (zob. rys. 2): określenie obszarów badań oraz określenie struktury obszarów badań.

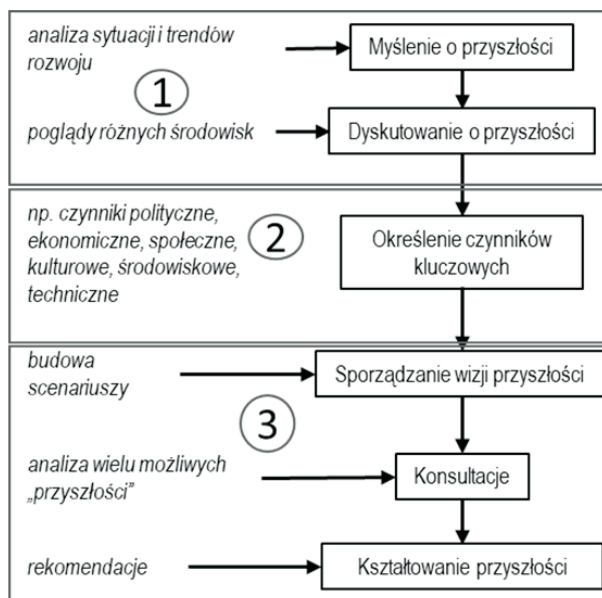
Metoda realizacji procesu *foresight* obejmuje przedsięwzięcia, takie jak:

- panelowa dyskusja ekspertów;
- wyznaczanie kluczowych technologii przez poszczególne panele;
- wykorzystanie techniki scenariuszy podczas tworzenia raportów (zob. rys. 6).

Zakłada się, że wprowadzenie nowej techniki (technologii) lub jej modernizacja bądź rozszerzenie skali zastosowań techniki istniejącej powoduje różnorakie skutki: społeczne, ekonomiczne, ekologiczne, zdrowotne, organizacyjne, prawne itp.

W związku z tym do podstawowych zadań TA należy zaliczyć następujące przedsięwzięcia:

- przewidywanie i systematyczne rozpoznawanie, określanie i analizowanie konsekwencji (skutków) wprowadzania technologii;
- ustalenie wariantów polityki w zakresie minimalizowania społecznych skutków technologii oraz analiza porównawcza wariantów dopuszczalnych polityk (strategii);
- zapewnienie warunków racjonalnego wprowadzania w życie wybranej polityki (strategii).



Rys. 6. Metodyka realizacji procesu foresight

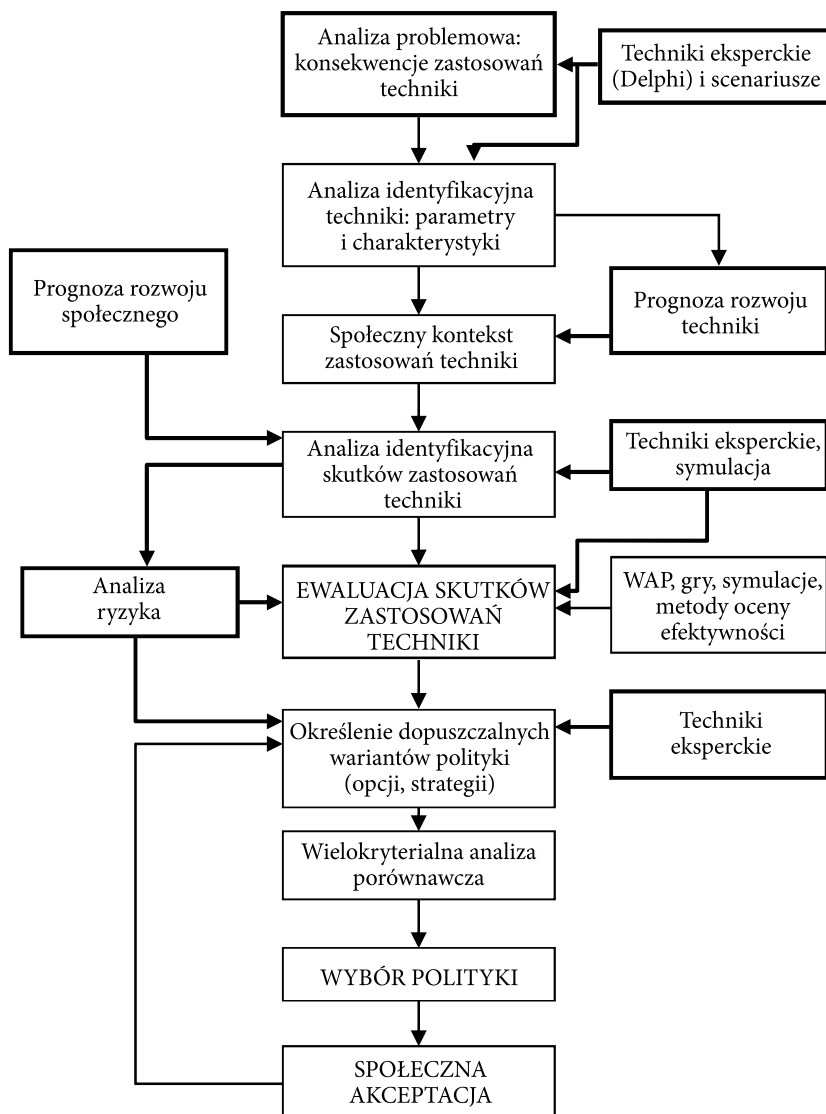
Źródło: opracowanie własne na podstawie (Świeboda, 2017, s. 131)

W ramach ogólnej metodyki TA prowadzone są analizy szczegółowe, takie jak analizy wykonalności, analizy rynkowe, próby laboratoryjne, analizy efektywności (*cost-benefit*, *cost-effectiveness*), analizy skutków (*environmental impact*, *economic impact*), analizy ryzyka wraz z oceną społecznej akceptowalności ryzyka itp.

Ogólna metodyka TA obejmuje następujące podstawowe etapy (zob. rys. 7) (Zacher, 1981).

- określenie problemu (*problem defination*);
- opis techniki (*technology description*);
- prognoza techniki (*technology forecast*);
- opis kontekstu społecznego (*social description*);

- prognoza społeczna (*social forecast*);
- identyfikacja skutków (*impact identification*);
- analiza skutków (*impact analysis*);
- ocena skutków (*impact evaluation*);
- analiza opcji polityki, strategii (*policy analysis*);
- informowanie o rezultatach analizy (*communication of results*).



Rys. 7. Metodologia wartościowania techniki (technologii)

Źródło: Sienkiewicz, Świeboda, 2016, s. 35

## 4. Aspekty aplikacyjne

Założmy, że dany jest zbiór dopuszczalnych technologii, a każdą z nich charakteryzuje zbiór parametrów (atrybutów), na podstawie których określa się zbiór kryteriów oceny efektywności (użyteczności) formułowanych ze względu na cele analizy systemowej.

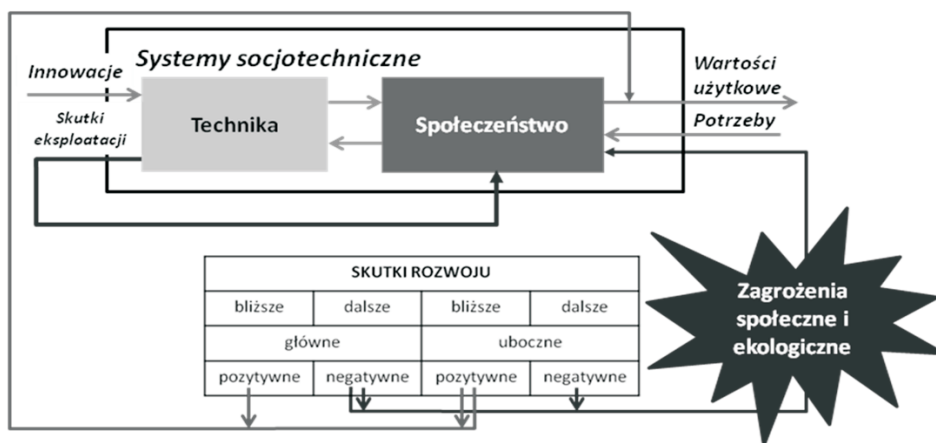
Problem polega na wyznaczeniu takiej strategii, która jest najkorzystniejsza ze względu na przyjęte kryteria (np. w sensie Pareto), tzn. że nie istnieje strategia „lepszą” wśród analizowanych. Z kolei założmy, że dana jest strategia, której realizacja w określonym środowisku społecznym może przynieść zarówno spodziewane efekty (pozytywne i negatywne), jak i skutki uboczne. Tworząc scenariusze możliwych i prawdopodobnych zdarzeń wynikających z przyjętej strategii oraz prognozy rozwoju stosowanych technologii, zmierza się do analizy identyfikacyjnej prawdopodobnych skutków. Następnie dokonuje się wartościowania poszczególnych skutków, przypisując im określone wartości liczbowe (wyrażające miary naturalne lub „punkty” przypisane przez ekspertów). Końcowym etapem analizy systemowej zastosowań (rozwoju) określonej technologii jest analiza pozytywnych i negatywnych skutków oraz ocena jej efektywności (aprobata lub dezaprobata). Na podstawie kompleksowej oceny efektywności (skuteczności) w systemach zarządzania podejmowane są decyzje typu „wdrażać czy wycofać”, „modernizować czy wymienić”, „przyjąć technologię alternatywną” itp.

Zastosowanie metodyki TA w procesie zarządzania rozwojem organizacji może obejmować następujące przedsięwzięcia:

- identyfikacja strategii ze względu na poziom nowoczesnej wiedzy i technologii oraz skali zastosowań – przyjmuje się różne poziomy rozwoju technologicznego (np. technologia „niedorozwinięta” lub zacofana, rozwinięta, wysoko rozwinięta, zaawansowana, przodująca);
- identyfikacja środowiska społecznego ze względu na mierniki rozwoju ekonomicznego (jakość życia) oraz mierniki rozwoju społecznego, edukacyjnego, kulturowego itp. – określenie zdolności absorpcji i przyswajania technologii, czyli „zasięg wpływów” dla podstawowych typów środowiska (np. zacofane, przedmodernizujące, modernizujące, zmodernizowane, rozwinięte, wysoko rozwinięte); zakłada się, że technologia danego typu przynosić może różne skutki w zależności od typu środowiska społecznego, w którym jest stosowana (wdrażana);
- wstępna ewaluacja rozwoju technologii w środowisku społecznym – określenie szans i zagrożeń rozwojowych, a w szczególności ocena ryzyka (jako funkcja ocen szans i zagrożeń) zastosowań technologii rozpatrywanego typu w określonym środowisku społecznym (dokonywana przez zespół ekspertów za pomocą techniki typu *brainstorming* lub Delphi albo w ramach procesu *foresight*);
- identyfikacja skutków społecznych zastosowań technologii.

Wszystkie możliwe i prawdopodobne skutki społeczne, których przyczyną jest zastosowanie (wdrożenie) danej technologii w określonym środowisku społecznym, podzielono na następujące rodzaje (zob. rys. 8):

- skutki główne – przewidywane są jako wynikające z przeznaczenia i podstawowych funkcji technologii;
- skutki uboczne – niezamierzone, nieprzewidziane zastosowania itp.;
- skutki bliższe w czasie oraz dalsze – mogą uwidocznic się w dalszej perspektywie.



Rys. 8. Interakcje społeczno-techniczne w aspekcie bezpieczeństwa

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Sienkiewicz, 1995)

Każdy skutek może być oceniany za pomocą dwóch wartości (np. użyteczności): korzyści oraz strat lub wartości użyteczności społecznej jako funkcji tych wielkości. Ostateczna ocena technologii w danym środowisku społecznym dokonywana jest za pomocą wartości użyteczności stosowanej technologii w postaci np. indykatora złożonego.

## Podsumowanie

W każdej epoce narastają skumulowane innowacje z okresu poprzedniego, przy czym odrzucane są te, które nie odpowiadają nowym wyzwaniom cywilizacyjnym. Era industrialna przyniosła „społeczeństwo masowe” i organizacje biurokratyczne. Era informacyjna natomiast wyłoniła „społeczeństwo informacyjne” oraz organizacje sieciowe i wirtualne. Zawsze jednym ze źródeł przemian społecznych był rozwój technologiczny („na dobre i na złe”). Wymagana jest zatem wieloaspektowa (wielokryterialna, wieloatrybutowa) analiza systemowa, której istotnym elementem

jest wartościowanie realnych i potencjalnych technologii. Każda nowa technika (technologia) wywołuje nowe problemy wymagające społecznego wartościowania, analizy skutków ubocznych i oceny ryzyka zagrożeń dla bezpieczeństwa rozwoju społecznego. Istotnym czynnikiem powodzenia ewaluacji typu TA jest analiza systemowa oraz *foresight* jako warunek racjonalizacji polityki rozwoju państwa (regionu) w warunkach globalizacji. W przypadku rozwoju np. technologii informacyjnych krytycznym czynnikiem nie jest zmiana atrybutów, lecz tempo zmian. Ponadto rozwój technik często powoduje zjawisko „kumulacji zagrożeń” oraz stanowi przyczynę nowych źródeł niepewności i ryzyka. Z tych powodów można przyjąć, że TA jest wyzwaniem dla elit politycznych i intelektualnych, odpowiedzialnych za „naszą cyfrową przyszłość” (Zacher, 2012a). Należy dostrzec jeszcze jeden aspekt zjawisk określanych jako rewolucje naukowo-techniczne – w istocie przynoszących zmiany cywilizacyjne – który wyraża następująca konstatacja: „Nowe technologie zmieniają strukturę naszych zainteresowań: sprawy, o których myślimy. Zmieniają charakter naszych symboli: nasze narzędzia myślenia. Zmieniają też naturę naszej społeczności: arenę, na której rozwija się nasza myśl” (Postman, 1995, s. 87).

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] ARNSTEIN S., 1977, *Technology Assessment: Opportunities and Obstacles*, „IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics”, vol. 7, nr 8.
- [2] BANTA H.D., OORTWIJN W.J., BEEKUM W.T. VAN, 1995, *The Organization of Health Care Technology Assessment in the Netherlands*, The Rathenau Instituut, Hague.
- [3] BAŃKA J., 1980, *Filozofia techniki*, Wydawnictwo Naukowe „Śląsk”, Katowice.
- [4] BECK U., 2002, *Spółczesność ryzyka*, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa.
- [5] BECK U., 2012, *Spółczesność światowego ryzyka*, Wydawnictwo Naukowe SCHOLAR, Warszawa.
- [6] BIŃCZYK E., 2012, *Technonauka w społeczeństwie ryzyka*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń.
- [7] CAGNIN C., HAVAS A., SARITAS O., 2013, *Future-Oriented Technology Analysis: Its Potential to Address Disruptive Transformations*, „Technological Forecasting and Social Change”, vol. 80, nr 3.
- [8] CASTELLS M., HIMANEN P., 2009, *Spółczesność informacyjne i państwo dobrobytu. Model fiński*, Wydawnictwo Krytyki Politycznej, Warszawa.
- [9] COATES J.F., 1977, *Technology Assessment*, [w:] A.H. Teich (red.), *Technology and Man's Future*, St. Martin's Press, New York.
- [10] DADDARIO E.Q., 1968, *Technology Assessment: Statement of Emilio Q. Daddario, Chairman*, Subcommittee on Science, Research and Development of the Committee on Science and Astronautics, U.S. House of Representatives, Ninetieth Congress, First Session, U.S. Government Printing Office, Washington.
- [11] ELY A., ZWANENBERG P. VAN, STIRLING A., 2011, *New Models of Technology for Development*, STEPS Centre, Brighton.
- [12] FREEDMAN L., 2019, *Przyszła wojna*, Wydawnictwo Bellona, Warszawa.
- [13] GOBAN-KLAS T., SIENKIEWICZ P., 1999, *Spółczesność informacyjne – szanse, zagrożenia, wyzwania*, Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, Kraków.
- [14] HERMAN W., 2001, *W poszukiwaniu granic racjonalności*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.



- 
- [15] KAMIŃSKI L., 2009, *Technologia i wojna przyszłości*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- [16] KOPCZYŃSKI M., 2009, *Ludzie i technika. Szkice z dziejów cywilizacji przemysłowej*, Oficyna Wydawnicza „Mówią Wieki”, Warszawa.
- [17] KURZWEIL R., 2013, *Nadchodzi osobliwość: kiedy człowiek przekroczy granice biologii*, Kurhaus Publishing, Warszawa.
- [18] KUUSI O., 2005, *Technology Assessment*, Edita Prima Oy, Helsinki.
- [19] MIERCZYK Z. (red.), 2008, *Nowoczesne technologie systemów uzbrojenia*, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa.
- [20] NAJGEBAUER A. (red.), 2012, *Technologie podwójnego zastosowania: wybrane technologie*, Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa.
- [21] OLLENBURG S.A., 2019, *A Futures-Design-Process Model for Participatory Futures*, „Journal of Futures Studies”, vol. 23, nr 4.
- [22] ORŁOWSKI B., 2010, *Powszechna historia techniki*, Oficyna Wydawnicza „Mówią Wieki”, Warszawa.
- [23] POSTMAN N., 1995, *Technopol. Triumf techniki nad kulturą*, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa.
- [24] SICIŃSKI A. (red.), 1974, *Technika a społeczeństwo*, t. 1 i 2, Państwowy Instytut Wydawniczy, Warszawa.
- [25] SIENKIEWICZ P., 1983, *Inżynieria systemów: wybrane zastosowania wojskowe*, Wydawnictwo MON, Warszawa.
- [26] SIENKIEWICZ P., 1995, *Analiza systemowa. Podstawy i zastosowania*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- [27] SIENKIEWICZ P., 2009, *Ewaluacja technologicznego rozwoju globalnego społeczeństwa informacyjnego*, „Transformacje”, nr 58-63.
- [28] SIENKIEWICZ P., 2013, *Od Eniaca do Internetu i społeczeństwa wiedzy*, [w:] P. Sienkiewicz, 25 wykładów, Wydawnictwo AON, Warszawa.
- [29] SIENKIEWICZ P. (red.), 2015, *Inżynieria systemów bezpieczeństwa*, „Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- [30] SIENKIEWICZ P., ŚWIEBODA H., 2016, *Współczesne instrumentarium badawcze na potrzeby wieloaspektowego wartościowania technik (technologii)*, cz. 1, Wydawnictwo AON, Warszawa.
- [31] SIENKIEWICZ P., ŚWIEBODA H., 2017, *Technology Assessment in Systems Analysis*, [w:] L.W. Zacher (red.) *Technology, Society and Sustainability*, Springer, Heidelberg.
- [32] ŚWIEBODA H., 2009, *Postrzeżenie i ocena skutków rozwoju społeczeństwa informacyjnego (w badaniach empirycznych)*, „Transformacje”, nr 58-63.
- [33] ŚWIEBODA H., 2017, *Prognozowanie zagrożeń dla bezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej*, Wydawnictwo Akademii Sztuki Wojennej, Warszawa.
- [34] ŚWIEBODA H., 2019, *Społeczne implikacje innowacji technologicznych przyszłości*, [w:] A. Mróz-Jagiello, M. Kuczabski (red.), *EPIMILITARIS 2019. Epidemiologia i bezpieczeństwo CBRN. Nauka, innowacje, implikacje praktyczne*, Wydawnictwo SRWO, Warszawa.
- [35] UNIDO, 2005, *Foresight Technologiczny. Podręcznik*, t. 1, *Organizacja i metody*, PARP, Warszawa.
- [36] ZACHER L.W., 1975, *Idea i przesłanki wartościowania techniki*, „Prakseologia”, nr 3-4.
- [37] ZACHER L.W., 1978, *Sterowanie procesami rewolucji naukowo-technicznej: przesłanki i ogólne założenia*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław – Warszawa.

- [38] ZACHER L.W., 1981, *Racjonalność techniczna działań ludzi*, „Studia Filozoficzne”, nr 7-8.
- [39] ZACHER L.W., 1989, *Metodologia badań ewaluacyjnych techniki (w kontekście społecznej akceptacji energetyki jądrowej)*, [w:] E. Biderman (red.), *Energetyka jądrowa, człowiek, środowisko*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań.
- [40] Zacher L.W., Kiepas A., 1994, *Społeczeństwo a ryzyko: multidyscyplinarne studia o człowieku i społeczeństwie w sytuacji niepewności i zagrożenia*, Fundacja Edukacyjna TRANSFORMACJE, Warszawa – Katowice.
- [41] ZACHER L.W. (red.), 2012a, *Nasza cyfrowa przyszłość. Nadzieje – Ryzyka – Znaki Zapytania*, Komitet Prognoz Polska 2000 Plus przy Prezydium PAN, Warszawa.
- [42] ZACHER L.W. (red.), 2012b, *Nauka – Technika – Społeczeństwo. Podejścia i koncepcje metodologiczne, wyzwania innowacyjne i ewaluacyjne*, Wydawnictwo Poltext, Warszawa.

## NETOGRAFIA

- [1] HASSELBALCH J.A., 2017, *Innovation Assessment: Governing Through Periods of Disruptive Technological Change*, „Journal of European Public Policy”, August (dostęp: 15.05.2019), [https://www.researchgate.net/publication/319161382\\_Innovation\\_assessment\\_governing\\_through\\_periods\\_of\\_disruptive\\_technological\\_change](https://www.researchgate.net/publication/319161382_Innovation_assessment_governing_through_periods_of_disruptive_technological_change).
- [2] JISCHA M.F., 2005, *Sustainable Development and Technology Assessment* (dostęp: 15.05.2019), <http://www.chem.pg.gda.pl/CEEAM/Dokumenty/Jisha.pdf>.
- [3] PRETORIUS M.W., 2000, *Technology Assesment in the Manufacturing Enterprise: A Holistic Approach*, (dostęp: 15.05.2019), <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.518.3665&rep=rep1&type=pdf>.